

PARTICLE DETECTION METHOD AND DEVICE THEREOF

Patent Number: JP11284038
Publication date: 1999-10-15
Inventor(s): MORITA ETSURO; YOSHIMI TOSHIHIRO
Applicant(s): MITSUBISHI MATERIALS SILICON CORP
Requested Patent: ☐ JP11284038
Application Number: JP19980100332 19980327
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L21/66; G01B11/30; G01N21/88
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable foreign objects and crystal-originated particle(COP) on the surface of a wafer to be separated and detected, to measure the height of the foreign object, and to recognize a thin foreign object.

SOLUTION: The surface of a silicon wafer W is obliquely irradiated with a laser beam, scattered light from the surface of the wafer W is received in three directions, forward, rear, and above the wafer W, whereby COPs and foreign objects can be distinguished from each other and detected, even if scattered light from COP is very weak. Moreover, the height of the foreign object can be obtained by measuring the intensity of the scattered light reflected from the foreign object from off an oblique irradiating direction. As a result, foreign objects and COPs located on the surface of a silicon wafer can be detected which is distinguished from each other, the height of the foreign objects can be also measured, and a thin foreign object can be recognized.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-284038

(43) 公開日 平成11年(1999)10月15日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 L 21/66

H 0 1 L 21/66

J

G 0 1 B 11/30

G 0 1 B 11/30

D

G 0 1 N 21/88

G 0 1 N 21/88

E

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-100332

(22) 出願日 平成10年(1998) 3 月27日

(71) 出願人 000228925

三菱マテリアルシリコン株式会社
東京都千代田区大手町一丁目5番1号

(72) 発明者 森田 悦郎

東京都千代田区大手町1丁目5番1号 三
菱マテリアルシリコン株式会社内

(72) 発明者 吉見 年弘

東京都千代田区大手町1丁目5番1号 三
菱マテリアルシリコン株式会社内

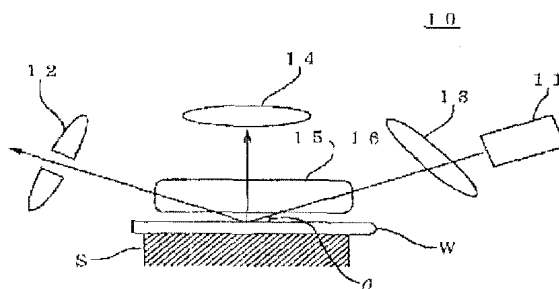
(74) 代理人 弁理士 安倍 逸郎

(54) 【発明の名称】 パーティクル検出方法およびその装置

(57) 【要約】

【課題】 ウェーハ表面の異物、COPが分離・検出可能で、異物の高さも計測して、薄い異物を認識するパーティクル検出方法およびその装置を提供する。

【解決手段】 シリコンウェーハW表面にレーザ光を斜め照射し、その散乱光を照射方向に対して前方、後方、上方の3方向から受光することで、COPからの微弱な散乱光であっても、十分に異物とCOPを分離・検出できる。しかも、各異物からの光の散乱に関して、傾斜照射方向に対して側方から受光の散乱光の強度を計測することで、この異物の高さを計測することができる。この結果、シリコンウェーハW表面に存在する異物、COPを分離して検出できるとともに、この異物の高さも計測することができ、よって薄い異物の認識が可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体ウェーハの表面に傾斜方向からレーザー光を照射し、その散乱光を検出することにより、半導体ウェーハ表面の異物、COPを含むパーティクルを検出するパーティクル検出方法において、
レーザー光の散乱光を、照射方向に対して前方、後方、上方の3方向から受光することで、異物とCOPとを分離して検出する工程と、

レーザー光の散乱光を照射方向に対して側方から受光することで、その異物の高さを計測する工程とを備えたパーティクル検出方法。

【請求項2】 半導体ウェーハ表面に傾斜方向からレーザー光を照射するレーザー光傾斜照射部と、
このレーザー光傾斜照射部から半導体ウェーハ表面に対して傾斜して照射されたレーザー光の散乱光を、この照射方向に対して前方から受光する前方受光部、後方から受光する後方受光部、上方から受光する上方受光部、および、側方から受光する側方受光部とを備えたパーティクル検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はパーティクル検出方法およびその装置、詳しくは半導体ウェーハ表面の異物（ごみ）と、ピットであるCOPとを分離して検出し、しかも異物の高さも計測するパーティクル検出方法およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】研磨、洗浄後、デバイス工場へ出荷されるCZシリコンウェーハの表面には、その大きさや個数の違いはあるものの、通常、ウェーハ傷や異物などの表面欠陥が存在する。例えば、スリップや、ウェーハ表面に付着した金属不純物、有機物といった異物（ごみ）、シリコンインゴットの結晶成長欠陥に起因したウェーハ表面の窪みであるCOP（Crystal Originated Particle）などがそれである。これらの異物、COP、キズ、突起、汚れなどは、デバイスの微細化が進み、かつチップ面積が大きくなるにつれて、デバイスの製品歩留りや信頼性に大きな影響を与えてしまう。これは、ウェーハ表面、特にウェーハ表面の外観形状不良が、製品歩留りの低下の最大要因となっているためである。この結果、ウェーハの傷や異物などが基準値以上であれば不良品となり、少ないほど良品の割合が増す。

【0003】このようなウェーハ表面の異物、キズ、突起、COP、汚れなどは、通常、全反射蛍光X線分析装置、原子間力顕微鏡などの顕微鏡、パーティクルカウンタといった各種の検査装置によって検査される。これらのパーティクル検出装置は、ウェーハ表面をレーザー光により走査し、パーティクルなどからの光散乱強度を測定することにより、異物の位置や高さの位置を計測する。

さを認識する目視検査によらない間接的な検出装置である。このパーティクル検査装置を分類するにあたって、ウェーハ表面に対するレーザー光の照射角度の違いによって分類する方法がある。具体例を挙げれば、テンコール株式会社製の「SF S 6 2 0 0」などの垂直方向からレーザー光を照射するものと、同じくテンコール株式会社製の「SF S 6 4 2 0」などの傾斜方向からレーザー光を照射するものとがそれである。またこの他にも、垂直および傾斜の両方向からレーザー光を照射可能な日立電子エンジニアリング株式会社製の「LS 6 3 1 0」もある。なお、散乱光を構成する成分には、ウェーハ表面で反射した前方散乱成分と、直接異物に当たって散乱した側方・後方散乱成分とが挙げられる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、ウェーハ表面の評価を行う際に、近年では、異物とCOPとを区分して評価する傾向にある。これは、半導体ウェーハ表面の欠陥の発生原因の追求を容易にし、その改善策を見つけやすくするためである。すなわち、ウェーハ表面の異物の数が多ければ、ウェーハ製造工程での洗浄などが不十分であるとか、ウェーハ輸送中のごみ類の付着量が多いといった原因の類推を行うことができる。また、COPの数が多い場合には、シリコン単結晶インゴットの作製時に、単結晶インゴットの引き上げ成長欠陥が多いといった原因を類推することができる。そこで、このような異物、COPを分離して検出することができる先行技術のパーティクル検出装置として、例えば図4、図5に示すような検出装置が知られている。

【0005】図4は先行技術のパーティクル検出装置の概略構成の正面図である。また、図5は先行技術のパーティクル検出装置の概略構成の平面図である。図4、図5に示すように、先行技術のパーティクル検出装置100は、シリコンウェーハWが載置される検査ステージSの一侧上方に、レーザー光傾斜照射部101を有している。また、このレーザー光傾斜照射部101の近傍には後方受光部102が配置され、レーザー光傾斜照射部101と対向する検査ステージSの他側上方に前方受光部103が配置されている。さらに、検査ステージSの上方位置には、上方受光部104が配置されている。

【0006】レーザー光傾斜照射部101から照射されたレーザー光は、シリコンウェーハWの表面欠陥に当たって散乱する。これを照射方向に対して前方、後方および上方の3方向に配置された受光部102～104を用いて高感度に検出することで、シリコンウェーハWの表面に付着した異物だけでなく、微細なピットであるCOPも良好に検出することができる。

【0007】ところが、このようなパーティクル検出装置100であっても、異物の形状を把握することは不可能であった。すなわち、異物の高さを知ることはできず、例えばウェーハ研磨時に、上・下方両方に研磨液が

し潰された研磨砥粒などの薄い異物を認識することができなかった。

【0008】

【発明の目的】そこで、この発明は、半導体ウェーハ表面に存在する異物、COPを分離して検出することができるとともに、この異物の高さも計測して、薄い異物を認識することができるパーティクル検出方法およびその装置を提供することを、その目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、半導体ウェーハの表面に傾斜方向からレーザ光を照射し、その散乱光を検出することにより、半導体ウェーハ表面の異物、COPを含むパーティクルを検出するパーティクル検出方法において、レーザ光の散乱光を、照射方向に対して前方、後方、上方の3方向から受光することで、異物とCOPとを分離して検出する工程と、レーザ光の散乱光を照射方向に対して側方から受光することで、その異物の高さを計測する工程とを備えたパーティクル検出方法である。半導体ウェーハとしては、シリコンウェーハ、ガリウム砒素ウェーハなどが挙げられる。

【0010】レーザ光の種類には、ヘリウムネオンレーザ光、アルゴンレーザ光などが挙げられる。このようなレーザ光を収束して照射し、パーティクルからの散乱光を広い立体角でフォトマルチプライヤ（光電子増倍管）またはフォトダイオードにより受光するのが一般的である。受光に際しては、光ファイバ、積分球、格鬥鏡、放物面鏡、広角レンズなどのいずれか、あるいは、これらを組み合わせた光学系などを用いて、散乱光を広い立体角で集光するように構成されている。レーザスポットの走査方式には、大きく分けてXY走査方式と、螺旋回転方式の2通りがあり、いずれかによって半導体ウェーハ上を全面走査することにより、所定のパーティクルマップおよびヒストグラム表示が得られる。

【0011】また、ウェーハ表面に対して傾斜方向からレーザ光を照射するとは、レーザ光をウェーハ表面に対して所定角度だけ傾斜させて照射することである。ここでいうレーザ光の照射角度とは、半導体ウェーハの表面に対して照射されたレーザ光がなす角度をいう。このレーザ光の照射角度は10～30度、特に15～25度が好ましい。10度未満では散乱強度が弱くなり、検出能力が低下するという不都合が生じる。また、30度を超えるとCOPと異物との分離がしづらくなるという不都合が生じる。ウェーハ表面の散乱光を側方から受光する際には、レーザ光の照射方向に対して任意の側方だけで受光してもよいし、両側方から受光してもよい。もちろん好ましいのは、より高感度となる両側方からの受光である。

【0012】請求項2に記載の発明は、半導体ウェーハ表面に傾斜方向からレーザ光を照射することにより、

照射部と、このレーザ光傾斜照射部から半導体ウェーハ表面に対して傾斜して照射されたレーザ光の散乱光を、この照射方向に対して前方から受光する前方受光部、後方から受光する後方受光部、上方から受光する上方受光部、および、側方から受光する側方受光部とを備えたパーティクル検出装置である。なお、この側方受光部は照射方向の両側でも片側だけでもよい。

【0013】

【作用】この発明によれば、半導体ウェーハの表面に傾斜方向からレーザ光を照射し、その散乱光を、照射方向に対して前方、後方、上方の3方向から受光することで、異物とCOPとを分離・検出する。すなわち、散乱光の成分である上述した前方散乱成分、側方・後方散乱成分および前方・側方散乱成分を、前方、後方、上方の3方向から立体的に受光する。これにより、微弱なCOPからの散乱光であっても、そのウェーハ表面上での位置および大きさを判断することができる。

【0014】しかも、この異物位置からのレーザ光の散乱光のうち、側方散乱成分を傾斜照射方向に対して側方から受光する。この側方散乱成分により異物と判断されたものの高さが計測される。すなわち、各異物位置からの光の散乱に関して、傾斜照射方向に対して側方から受光された散乱光の強度を計測することで、この異物の高さを計測することができる。この結果、半導体ウェーハ表面に存在する異物、COPを分離して検出できるとともに、この異物の高さも計測することができ、よって薄い異物の認識が可能となる。なお、ここでのいう薄い異物とは、例えば研磨材が平面的に凝集した粒子やTDH（Time Dependent Haze）である。次に、図3（a）、（b）を参照して異物形状の認識方法を説明する。

【0015】図3（a）はレーザ光の傾斜照射方向に対して前方、後方、上方の3方向から散乱光を受光したときの半導体ウェーハ表面上の異物の分布を示す平面図である。図3（b）は上記3方向に加えてレーザ光の傾斜照射方向に対して側方から散乱光を受光したときの半導体ウェーハ表面上の異物の分布を示す平面図である。半導体ウェーハ表面を傾斜方向から照射されたレーザ光により走査すると、異物やCOPが混在した表面欠陥が検出される。この際、前方、後方、上方の3方向から散乱光を受光しているために、異物とCOPとが分離されて検出される。図3（a）の半導体ウェーハWの表面上にその検出結果を示す。なお、説明の都合上、ここでは異物だけを⑤で示している。あらかじめ、散乱光を3方向から受光しているので、異物の大きさは例えば色相などで区別されて既知となっている。これにより、通常、側方より捕らえられた散乱光の強度は、レーザ光の反射面積の面積から異物Aの高さに応じて増減する。

【0016】図3（b）において、半導体ウェーハW上の⑤は、図3（a）の⑤の位置に同じ位置で異物を

検出された場所を示す。△は、図3(a)のものより小さいサイズで異物が検出された場所を示す。×は、図3(a)では異物として検出されたが、側方受光部による検出では異物として検出されなかった場所を示す。なお、異物の形状の認識は、異物の大きさをP、異物の高さをqとした異物の幅と高さ(厚さ)の関係式： q/P によって判断する。例えば、 $q/P > 0.8$ を立方体に近い異物(図3(b)の●)とする。また、 $0.2 < q/P < 0.8$ を比較的薄い異物(図3(b)の△)とする。さらに、 $q/P < 0.2$ を極めて薄い異物(図3(b)の×)とする。このようにして、従来では検出できなかった異物の高さを検出することができる。この結果、薄い異物を認識することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施例を図面を参照して説明する。図1は、この発明の一実施例に係るパーティクル検出装置の概略構成正面図である。図2は、この発明の一実施例に係るパーティクル検出装置の概略構成平面図である。図1において、10はパーティクル検出装置であり、このパーティクル検出装置10は、シリコンウェーハWを吸着保持可能な検査ステージSを有している。検査ステージSの一侧上方には、シリコンウェーハWの鏡面仕上げされた表面に対して、傾斜方向からレーザ光を照射するレーザ光傾斜照射部11が配置されている。なお、この検査ステージSは回転、XY平面での移動などを可能に構成することができる。レーザ光傾斜照射部11についても同様に各方向に移動自在に構成することができる。また、検査ステージSの周囲には、レーザ光傾斜照射部11からシリコンウェーハWの表面に傾斜照射されたレーザ光の散乱光を受光する多数の受光部が配置されている。すなわち、レーザ光の照射方向に対して、前方には前方受光部12、後方には後方受光部13、上方には上方受光部14、そして両側方には側方受光部15、16がそれぞれ配置されている。各受光部の構成は上述のように既知の受光素子を用いている。レーザ光傾斜照射部11は、図外のアルゴン光源から得られたアルゴンレーザ光を、シリコンウェーハWの表面に対して角度θで照射する装置である。この装置では、照射角度θが20度に設定されている。また、この照射角度を可変とすることもできる。

【0018】次に、このパーティクル検出装置10によるパーティクル検出方法を説明する。図1、図2に示すように、検査ステージS上にシリコンウェーハWをセットした後、レーザ光傾斜照射部11からレーザ光をウェーハ表面に斜め上方より照射する。この照射されたレーザ光は、シリコンウェーハWの表面上の各種欠陥に当たって散乱する。この散乱光を照射方向に対して前方、後方および上方の3方向に配置された各受光部12～14が立体的に受光することで、シリコンウェーハWの表面には存在する異物だけでなく、微細な散乱光が発生する

いウェーハ表面上の窪み欠陥であるCOPも良好に検出することができる。

【0019】しかも、レーザ光の散乱光のうちの側方散乱成分を、傾斜照射方向に対して両側方に配置された側方受光部15、16が受光することで、この異物と判断されたものの高さが計測される。すなわち、異物の周辺位置からの光の散乱に関して、両側方の受光部15、16から検出された散乱光の強度を計測することで、この異物の高さを計測することができる。この結果、シリコンウェーハWの表面に存在する異物、COPを分離して検出できるとともに、この異物の高さも計測することができる。よって、異物のウェーハ表面上の位置および大きさだけでなく、その形状をも認識することができる。これにより、シリコンウェーハWの表面の欠陥の発生原因の追求が容易になり、その改善策も見つけやすい。例えば大きさ(幅)が1000nm以下で、高さが50nm以下の薄い平板状の異物(ごみ)でも、良好に検出することができる。

【0020】

【発明の効果】この発明によれば、傾斜方向から半導体ウェーハの表面に照射されたレーザ光の散乱光を、照射方向に対して前方、後方、上方および側方の各位置から受光するようにしたので、半導体ウェーハ表面の異物およびCOPを分離して検出できるとともに、この異物の高さも計測して、薄い異物を認識することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例に係るパーティクル検出装置の概略構成正面図である。

【図2】この発明の一実施例に係るパーティクル検出装置の概略構成平面図である。

【図3】(a)は、この発明の一実施例に係るレーザ光の傾斜照射方向に対して前方、後方、上方の3方向から散乱光を受光したときの半導体ウェーハ表面の欠陥状況を示す模式的な平面図である。(b)は、この発明の一実施例に係る3方向受光に加えて側方からも散乱光を受光したときの半導体ウェーハ表面の異物の分布を示す模式的な平面図である。

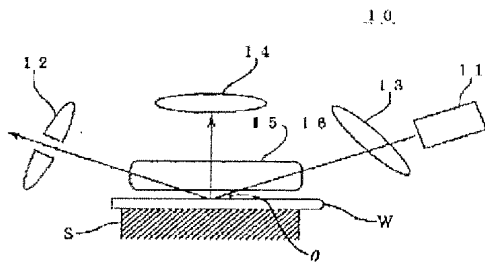
【図4】先行技術のパーティクル検出装置の概略構成の正面図である。

【図5】先行技術のパーティクル検出装置の概略構成の平面図である。

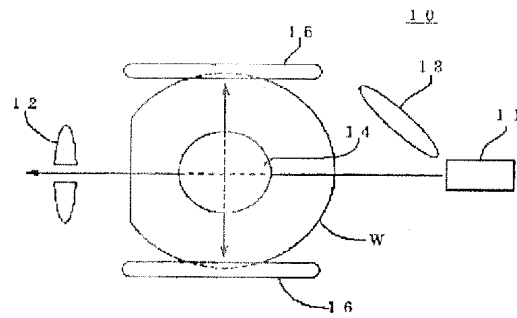
【符号の説明】

- 10 パーティクル検出装置、
- 11 レーザ光傾斜照射部、
- 12 前方受光部、
- 13 後方受光部、
- 14 上方受光部、
- 15、16 側方受光部、
- W シリコンウェーハ、

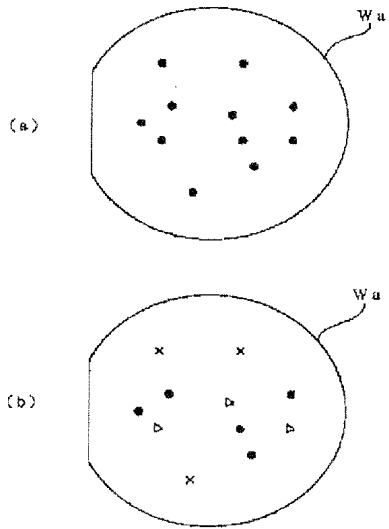
【図1】



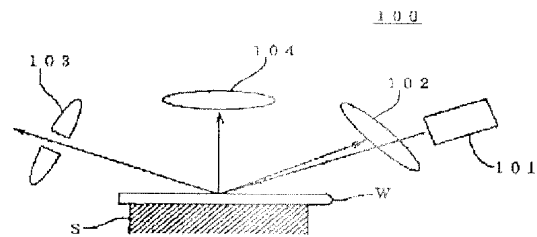
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

